Qa 1.— M. Taf. 1870
Lane Medical Library

Ueber

Sternopagen

mit besonderer Berücksichtigung

der inneren Organisation.

Inaugural-Dissertation

mit Genehmigung

der medicinischen Facultät

der vereinigten Friedrichs-Universität

Halle-Wittenberg

zur Erlangung der Doctorwürde

in der Medicin und Chirurgie

zugleich mit den Thesen öffentlich vertheidigt

am

30. Mai 1870. — Vormittags 11 Uhr

von

Ottocar Liebener

aus Stendal

gegen

Bruno Puder, DDr. med.
Max Bernhardt, DDr. med.

Halle,
Plötz'sche Buchdruckerei.

Seinen lieben Eltern

aus kindlicher Dankbarkeit.

Der Verfasser.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40153713_0053

Zu den häufigsten Formen der Doppelmissbildungen gehören die Sternopagen. Da dieselben auch oftmals lebend zur Welt kommen und in seltenen Fällen sich weiter entwickeln, so erwecken sie ein weitergehendes Interesse. Wir verstehen unter ihnen Doppelmonstren, die, wie schon der Name andeutet, durch das sternum mit einander verwachsen sind. Förster, (Die Missbildungen des Menschen, systematisch dargestellt von Dr. August Föster, Jena 1861, S. 35), bezeichnet sie als Thoracopagen (Synthorax) und ist dies in so fern ein ganz passender Name, als, bei sehr oft vorhandener rudimentärer Ausbildung des Brustbeines, nur die Rippen mit einander verschmolzen sind.

Die Art und Weise der Verschmelzung kann selbstverständlich bei verschiedenen Sternopagen eine sehr verschiedene sein. In der Literatur sind Fälle beschrieben, wo nur durch die äussere Haut, fibröse Stränge und vielleicht auch durch einige Muskellagen die Verwachsung bedingt war, und wo jedes Individuum äusserlich sonst und in seinen Eingeweiden ganz normal entwickelt war. Solche Doppelgeburten können natürlich durch das Messer getrennt werden, obschon sehr wenig Beispiele aufzuweisen sind, wo derartige Kinder am Leben erhalten wurden.

In der Regel geht jedoch die Verwachsung weiter. Die Brustbeine verschmelzen mit einander, bald in den Schwertfortsätzen, bald in ihrer ganzen Länge, wo sich dann in der Regel ein sternum vorn, ein anderes hinten befindet und so die Brusthöhlen beider Früchte ein einziges Cavum bilden. Bei solchen Sternopagen geht dann auch die Verschmelzung auf die Bauchhöhle über: die Haut und Muskeln verschmelzen mit einander und, wie beide Brusthöhlen, bilden dann auch beide Unterleibshöhlen nur einen Hohlraum. Der Blutkreislauf wird dann fast ausnahmslos durch einen Nabelstrang vermittelt.

Die Verhältnisse der Extremitäten sind hier, wo die Anlage und Beschaffenheit der inneren Organe am meisten interessirt, nur von untergeordneter Bedeutung. In der Regel sind dieselben normal entwickelt, doch kommt es auch vor, dass beide Früchte zusammen nur drei Beine, (Thoracopagus tripus,) oder drei Arme, (Thoracopagus tribrachius nach Förster,) haben, wo sich dann eine Extremität, als beiden Individuen gemeinschaftlich, in der Verschmelzungsebene, (s. unten) befindet. Auch hier können jedoch sehr verschiedene Modificationen und Conbinationen eintreten. —

Der Streit über die embryonale Entwicklung der Doppelmissbildungen überhaupt und der Sternopagen im Besonderen hat durch die in der letzten Zeit so ungemein fortgeschrittene Entwicklungsgeschichte einen voraussichtlich endgültigen Abschluss erlangt.

Während die „Ovisten“ annahmen, dass aus einer Verdopplung des Dotters, oder aus einer zweifach vorhandenen vesicula germinativa, also aus einer vor der Befruchtung vorhandenen Anlage des Eies, solche Doppelmonstra hervorgingen, so ist jetzt erwiesen, dass eine abnorme Keimspaltung nach der Conception den Grund zu dieser Bildung giebt. Denken wir uns, dass sich im Lager der Embryonalzellen ein Primitivstreifen anlegte, der das Ei in zwei voll-

ständige Hälften theilte, so ist die Möglichkeit gegeben, dass sich jede dieser Hälften zu einer regelrecht ausgebildeten Frucht entwickelt (Paarlinge). Bei Y- oder X-förmiger Anlage dieses Primitivstreifens würde dagegen eine Doppelmissbildung sich entwickeln, welche in ihren unteren resp. ihren mittleren Theilen mit einander verschmolzen wäre. Ueberhaupt wird sich je nach Anlage dieses Streifens die Form und Verschmelzungsweise einer Doppelmissbildung verschieden gestalten und der Zusammenhang von der dünnsten Hautbrücke bis zur Gemeinsamkeit der grossen Körperhöhlen sich entwickeln können. Hiernach können wir annehmen, dass sich bei einem Sternopagus der Primitivstreifen X-förmig angelegt hat, da nur die mittleren Partieen verschmolzen sind.

Herr Professor Dr. Olshausen hatte die Freundlickkeit, mir einen Fall von Sternopagus, welcher schon einige Zeit im hiesigen geburtshilflichen Institut in Spiritus aufbewahrt war, zur Untersuchung zu übergeben. Es ist eine weibliche Frucht, welche aus Sondershausen von dem Geheimen Medicinalrathe Herrn Dr. v. Blödau nebst einigen Notizen über den Geburtsverlauf übersandt war.

Ich gebe letztere hier wörtlich: „Was die Geburt anbelangt, so gebar die Mutter auf dem Lande zum dritten Male. Sie glaubte Ende März d. J. ausgetragen zu haben. (Da die Geburt in den letzten Tagen des vergangenen Jahres erfolgte, so wäre mithin die Frucht im 7. Schwangerschaftsmonate gewesen. Der Verf.). Es stellte sich unter heftigen und häufigen Wehen nur eine Blase, nach deren Sprunge beide Köpfe der Hebamme dadurch fühlbar wurden, dass sie ausser der Wehe an den beiden Mundöffnungen die Gesichtslage der Zwillingsgeburt errieth. Ehe sie noch recht zur Besinnung gekommen, gebar die kräftige Mutter das Monstrum ganz leicht Die Kinder kamen todt zur Welt. Die Mutter ist wohl, wie dies Alles die Hebamme berichtet.“ —

Ehe ich zur näheren Beschreibung des vorliegenden Sternopagus übergehe, wird es nothwendig sein, erst einige Bezeichnungen zu erläutern, welche zum bessern Verständniss und zur Vermeidung von Weitschweifigkeiten nothwendig erscheinen. Nach Rath meines verehrten Lehrers, des Herrn Professor Dr. Welcker, welcher mich bei der Präparation und weiteren Bearbeitung so freundlich unterstützte, wollen wir die Doppelmissbildung von zwei Seiten betrachten und bezeichnen wir als A-Seite diejenige, auf welcher die Querachsen der beiden Körper divergiren, wo mithin die Distanz der beiden Brustwarzen die grössere ist. Die B-Seite wird demnach die entgegengesetzte sein: hier convergiren die beiden Querachsen und die Distanz der Brustwarzen ist die kleinere.

Unter Verschmelzungslinie verstehen wir auf jeder dieser beiden Seiten diejenige Linie, in welcher die Brustbeinhälften der beiden Embryonen zu je einem sternum zusammentreffen. Die durch beide Verschmelzungslinien bestimmte Ebene nennen wir Verschmelzungsebene.

Embryo I, (E. I.) ist derjenige, welcher bei Betrachtung von der A-Seite aus dem Beschauer zur linken Hand liegt; der andere wird als Embryo II (E. II.) bezeichnet.

Der rechte Arm des E. I. und der linke des E. II. sind es mithin, welche die freiere Lage haben, während die beiden anderen Arme und mit ihnen zahlreiche andere Gebilde mehr oder weniger nahe an einander gedrängt sind und bei stärkerer Convergenz der Querachsen der beiden Körper verkümmern oder fehlen.

Die Zeichnung Fig. 3 veranschaulicht die Verhältnisse der A- und B-Seite. Sie giebt uns einen horizontalen Durchschnitt von dem Doppelthorax unseres Sternopagus. Wir sehen die Querachsen a b und c d auf der B-Seite convergiren. Die punktirten Linien deuten auf der A-Seite die freiere, auf der B-Seite die weniger freie Lage der Arme an.

Beschreibung.

Beide Früchte sind weiblichen Geschlechtes, haben die gleiche Grösse und sind äusserlich normal entwickelt. Der äussere Habitus stimmt wesentlich mit der in der Dissertation von Tacke: „De Sternopago," (vertheigt am 18. October 1864 und gedruckt in der hiesigen Waisenhausdruckerei), gegebenen Abbildung überein. Ihr Gesammtgewicht beträgt 745 Grammes, ohne Zweifel durch die längere Aufbewahrung in Spiritus erheblich vermindert. Die Haut, unter welcher sich ein spärlicher panniculus adiposus befindet, zeigt zahlreiche Falten.

Die Kinder sind mit ihrer ganzen vorderen Seite gegengenseitig verwachsen, so dass sich ihre Verbindung vom oberen Theile der Brust bis zum gemeinsamen Nabel heraberstreckt. Letzterer liegt mitten auf der Unterseite des gemeinschaftlichen Bauches. Ein ziemlich grosser Nabelbruch vergrössert den Nabelring nicht unbedeutend. Die Höhe dieses Bruches von der Bruchpforte bis zum abgehenden Nabelstrange, (derselbe zeigt auf seinem Durchschnitte 5 Gefässe, 1 Vene, durch welche die Doppelfrucht injicirt wurde, und 4 Arterien), beträgt 2,5 Cm., der transversale Durchmesser 3,5 Cm.

Die Entfernung vom Scheitel bis zur Spitze des Steissbeines beträgt beiderseits 20,5 Cm., von dort bis zur Ferse 11,5 Cm., die ganze Länge jeder Frucht demnach 32 Cm.

Die Circumferenz der Doppelmissbildung unter den Armen hat eine Ausdehnung von 29 Cm., und über der Hüfte gemessen von 30 Cm.

Der Umfang der Verschmelzungsebene, (das Bandmaass wurde auf der Seite des E.I. neben dem Nabelbruche vorbeigeführt), beträgt 24,5 Cm. und der grösste Durchmesser dieser Ebene von oben nach unten excl. Nabelbruch 10,5 Cm.

Kopfmaasse beim E.I. und E.II.

Grader Durchmesser	8,5 Cm.	9,0 Cm.
Querer „	6,0 „	7,0 „
Senkrechter „	7,5 „	8,0 „
Horizontal-Umfang	25,5 „	26,0 „

Es erhellt aus diesen Maassen, dass der Schädel des E.I. in allen Durchmessern kleiner, wie der des E.II. ist; während jedoch die graden und senkrechten Durchmesser beider Früchte im proportionalen Verhältnisse stehen, ist dies mit den queren nicht der Fall. Der Kopf des E.I. erscheint denn auch seitlich etwas zusammengedrückt. —

I. Hautsystem.

Dasselbe bietet etwas Bemerkenswerthes nicht dar. Die Haut des einen Embryo geht continuirlich in die des anderen über. Eine Raphe oder etwas Derartiges lässt sich nirgends bemerken.

II. Skeletsystem.

Auch hier können nur die Verschmelzungspartieen interessiren. Auf der A-Seite, wo die rechte Thoraxhälfte des E.I. sich mit der linken des E.II. verbindet, nehmen, wie zu erwarten, nur die wahren Rippen an der Verwachsung Theil. Diese vereinigen sich in einem Brustbein, welches nur eine sehr rudimentäre Entwicklung zeigt. In der Mitte desselben läuft von oben nach unten eine seichte Furche entlang, als Ausdruck für die hier stattgehabte Verschmelzung.

Dasselbe Verhältniss findet auch auf der B-Seite statt. Die beiden sich im Brustbeine vereinigenden Thoraxhälften, nämlich die linke des E.I. und die rechte des E.II., bilden jedoch hier einen spitzeren Flächenwinkel, ein Verhalten, welches schon aus der oben angegebenen Definition dieser B-Seite mit Nothwendigkeit hervorgeht. Die Sternalfurche ist hier tiefer entwickelt.

Die anderen Skeletverhältnisse des Sternopagus sind normal. —

III. Muskulatur.

Die Brustmuskeln der A-Seite sind bei beiden Früchten normal entwickelt, obschon die musculi pectorales des E. I. schwächer erscheinen, wie die des E II. Die grossen Brustmuskeln entspringen beiderseits aus der oben erwähnten Furche im sternum, welche ausserdem noch mit spärlichem Fett ausgefüllt ist. Ein Ineinandergehen und Kreuzen der Muskelfasern ist nicht zu bemerken. Auf der B.-Seite finden dieselben Verhältnisse statt: auch hier ist die Muskulatur des E. I. die weniger entwickelte.

Die Verhältnisse der Bauchmuskeln auf der A- und B-Seite sind dieselben. Die musculi recti, (auf der A-Seite der rechte des E I. und der linke des E. II., auf der B-Seite umgekehrt), gehen, von der betreffenden Symphyse nach der Verschmelzungslinie hin etwas convex gebogen, zu ihren Sterno-Costalinsertionspunkten. Die Scheide dieser Muskeln ist nur wenig entwickelt und inscriptiones tendineae gar nicht zu bemerken. Mit den rectis verbinden sich die breiten Bauchmuskeln, doch sind die Verhältnisse der Fascien nicht normal gegeben. Dünnes Bindegewebe verlöthet bisweilen die Muskeln mit einander. Eine besondere Eigenthümlichkeit zeigt der trianguläre Raum, zu welchem die obere Grenze des Nabelbruches die Basis und die zum gemeinschaftlichen processus xiphoideus aufsteigenden recti die beiden andern Seiten bilden. Da hier Muskeln nicht vorhanden sein können, so ist diese Stelle mit ziemlich festem Bindegewebe ausgefüllt, welches auswendig von der fascia superficialis bedeckt ist. Die inwendige, der Bauchhöhle zugekehrte Wand wird selbstverständlich von der fascia transversa gebildet.

Die übrigen Skeletmuskeln zeigen normale Beschaffenheit. —

IV. Die Bauchhöhle und ihre Organe.

Die Bauchhöhle, als beiden Früchten gemeinschaftlich, wird auch auf der A- und B-Seite von den entsprechenden Muskeln gebildet. Ein gedoppeltes Zwerchfell scheidet den Unterleib von der ebenfalls gemeinsamen Brusthöhle.

Einen grossen Theil der Bauchhöhle füllen die mit einander verwachsenen Lebern aus. Die Verschmelzungsebene dieses Doppelorgans muss natürlich in die Verschmelzungsebene der Missbildung überhaupt gelegt werden.

Von der A-Seite aus betrachtet, zeigt diese Doppelleber in der Medianebene ein ligamentum suspensorium. Der rechte, wie der linke Rand der dieser Seite zugewendeten Hälfte der verschmolzenen Lebern läuft nach dem Zwerchfelle hin in ein Band aus, welches einem normalen ligamentum triangulare hepatis vollständig entspricht. Man könnte auf den ersten Anblick hin der Meinung sein, diese der A-Seite zugewendete Hälfte des Organs stelle eine Leber dar, aber es verhält sich dieser Theil offenbar ebenso, wie der ihn deckende Abschnitt des Thorax, welcher dem vorderen Theile des Brustkastens einer normalen Frucht scheinbar vollständig gleichend, doch aus der rechten Hälfte des Thorax des E. I. aus der linken Thoraxhälfte des E. II. zusammengesetzt ist.

Die unter der rechten Brustkastenseite des E. I. gelegene Leberpartie zeigt einen mässig scharfen Rand nach der A-Seite hin. In ihr liegt, den fundus nach diesem Rande gekehrt, denselben überragend und frei aus dem Leberparenchym heraushängend, eine Gallenblase, 1 Cm. weit von der Verschmelzungsebene entfernt und parallel derselben. Es gehört dieselbe, als in dem lobulus dexter der Leber des E. I. gelegen, auch dieser Frucht an. Die Nabelvene, welche nur einfach vorhanden ist, tritt in die der A-Seite angehörige Hälfte der verschmolzenen Lebermasse genau innerhalb der Verschmelzungsebene ein und senkt sich hier in eine trichterförmige Vertiefung des Parenchyms, welche circ. 8 Mm. vom freien Leberrande entfernt ist.

In der nach der B-Seite zugewendeten Hälfte der gemeinsamen Lebermasse findet sich sehr übersichtlich und frei liegend eine zweite Gallenblase. Dieselbe liegt indess nicht, wie man erwartet hätte, in dem von der rechten Thoraxhälfte des E. II. gedeckten Theile der Leber, also nicht in deren rechten Lappen, sondern sie hat ihren fundus bis in die äussere Ecke des lobulus sinister des E. I. hinübergeschoben. Leider lässt sich, da in Folge von Extravasat der Injectionsmasse etc. die duodena und ductus choledochi zerstört sind, nicht direct nachweisen, dass diese Gallenblase zu dem duodenum des E. II. hinführt, doch ist ihr ductus cysticus nach jener Seite hin gerichtet. Die erst beschriebene Gallenblase in dem lobulus dexter des E. I. gelegen, gehört unzweifelhaft auch dieser Frucht an, so dass schon hiernach keine andere Annahme übrig bleibt, als jene zweite dem E. II. zuzurechnen. Die ganze verschmolzene Lebermasse gleicht einem Quersacke, oder besser einem Sattel, dessen eine Hälfte nach der A-Seite, die andere nach der B-Seite herabhängt. Die eine Hälfte der sattelförmigen Masse liegt unterhalb des Thorax des E. I., die andere unterhalb des Thorax des E. II. Der Rücken des Sattels von der Mittellinie des E. I. zu der des E. II. laufend ist an das Zwerchfell angeheftet, die beiden Seitentheile hängen nach abwärts, die Magen und Darmschlingen zwischen sich fassend.

Die Verhältnisse der Leber sind in anhängender schematischer Zeichnung näher dargelegt, worüber zum besseren Verständniss hier einige Worte folgen mögen.

Die Zeichnung (Fig. 1), welche im Wesentlichen ebenso behandelt ist, wie die in der Dissertation von Tacke Tafel II, Fig. 2 gegebene ist durch die punktirte Linie a b in zwei Hälften getheilt. Denken wir uns nun die obere Hälfte, (den der A-Seite zugekehrte Theil des Sattels), um diese Linie gedreht und in der Art auf die untere geklappt, dass der scharfe Rand der A-Seite (S. I.), in welchen die vena umbilicalis einmündet, auf den scharfen Rand der B-Seite (S. II.) zu

liegen kommt, so haben wir die beiden Lebern in der Lage, wie sie sich von der A-Seite aus gesehen in der Unterleibshöhle präsentiren. Die in der Linie a b liegenden kleinen Kreise c. und d. deuten die Durchgangsstellen der beiden venae cavae inferiores an, L. I. und L. II. die Milzen beider Embryonen. In der mit **VE.** bezeichneten Linie, welche die Verschmelzungsebene bedeutet, befindet sich das ligamentum suspensorium, links von derselben die Leber des E. I. (H. I) und rechts die des E. II. (H. II). In dem aufgeklappten Theile der Lebermasse sind jetzt auch die beiden, fast zum Theil versteckten Magen sichtbar geworden, (der Magen des E. I. ist mit in die Höhe geklappt), ebenso auch die Gallenblasen. Die eine (V. f. I.) liegt regelrecht in dem lobulus dexter der Leber des E. I., während die andere (V. f. II.), welche in dem gleichnamigen Lappen der Leber des E. II. liegen sollte, über die Verschmelzungsebene hinausgerückt sich in dem lobulus sinister der Leber des E. I. befindet. —

Die Lage der beiden Magen ist soeben schon angedeutet. Sie befinden sich theilweise zwischen beiden Lebern, mit ihrem fundus jedoch frei in die Bauchhöhle hineinragend. Je ein seitlich von der Leber durch das gedoppelte Zwerchfell tretender oesophagus führt zu denselben hin. Die Verhältnisse der duodena liessen sich leider nicht genau feststellen, da dieselben durch die in die Bauchhöhle ausgetretene Injectionsmasse zerstört waren. Ein Theil des Dünndarmes ist jedoch beiden Früchten gemeinschaftlich. Derselbe hat bis zu der Stelle, wo er sich wieder theilt, (diese Stelle hat die Gestalt eines umgekehrten **T**), eine Länge von 88 Cm. Mannigfach durcheinander gewunden, ohne dass vielleicht der zu jedem Embryo gehörige Darm auch auf der betreffenden Seite läge, führen sie jetzt zu den beiderseitigen Aftern hin. Diese Windungen bieten einen ganz eigenthümlichen Charakter dar. Fast treppenförmig sich schlängelnd, bildet der Darm zahlreiche Divertikel, indem je zwei zu einem Winkel zusammentreffende Darmstücke in dieser Lage durch das äusserst kurze Mesenterium gehalten werden. Dieses Mesenterium ist zudem

länger in der Nähe des Winkelscheitels und wird kürzer, je mehr es sich von diesem entfernt, so dass beim Hineinblasen der Divertikel sich unten sackförmig erweitert. Fig. 2 zeigt uns die Windungen des Darmkanales. Die schraffirten Stellen deuten das Mesenterium der hinteren Seite dieses Darmstückes an; das der vorderen konnte selbstverständlich nicht gezeichnet werden.

Von der T-förmigen Stelle bis zum anus misst der Darm des E. I. 57 Cm., der des E. II. 56,5 Cm. und theilen sich diese Maasse derartig ein, dass von der T-förmigen Stelle aus jeder Dünndarm bis zu seinem coecum noch eine Länge von 31 Cm. hat. Es ist hieraus ersichtlich, dass bei beiden Früchten die Verhältnisse des Darmes ganz die gleichen sind, da bei einer solchen Länge ein Minus von $^1/_2$ Cm. beim E. II. nicht in's Gewicht fallen kann.

Die übrigen Unterleibsorgane beider Früchte sind normal ausgebildet. Jeder Embryo hat zwei Nieren, deren uretheren in regelrechter Weise in die betreffende Harnblase führen, eine Milz auf der richtigen Seite gelegen und einen nur schwach entwickelten uterus. Die beiderseitigen urachi gehen aus ihren Harnblasen mit den inneren, später noch zu erwähnenden arteriis umbilicalibus zum Nabelstrange hin. Die Bauchspeicheldrüsen waren leider auch bei der Herausnahme des Extravasates verloren gegangen.

V. Die Brusthöhle und ihre Organe.

Die Lumina beider mit einander verschmolzenen Brustkasten haben bei der Gleichmässigkeit ihrer Verwachsung eine ziemlich gleiche Grösse. In diesem Doppelthorax liegen vier Lungenflügel, wovon jedem Embryo zwei angehören, zwei Thymusdrüsen und ein ziemlich grosses Herz.

Die Verhältnisse der serösen Häute bedürfen zunächst einiger Erläuterung.

Wir finden in dem doppelten Brustkasten vier Pleurahöhlen, von denen zwei der Analogie nach mediastina antica,

die anderen mediastina postica vorstellen. Die Pleuren sind bei beiden Früchten, da die Lungen regelrecht gelagert sind, normal, ebenso auch die mediastina postica, welche bei jedem Embryo zwischen einer Seitenfläche des Herzbeutels, den Brustfellen und der Wirbelsäule gelegen, allerseits ihre normale Begrenzung finden. Anders verhält es sich mit den mediastinis anticis. Dieselben liegen in der Verschmelzungsebene, das eine der A-Seite, das andere der B-Seite zugekehrt. Das erstere wird begrenzt von dem Pericardium, dem gemeinschaftlichen Brustbeine der A-Seite und von den umgeschlagenen Pleuraplatten der rechten Lunge des E. I. und der linken des E. II.; das andere ebenfalls vom Herzbeutel, dem gemeinschaftlichen sternum der B-Seite und von den umgeschlagenen Brustfellplatten der linken Lunge des E. I. und der rechten des E. II. Die Verhältnisse beider Mediastinen sind also analoge; es hat nur jedes eine andere, jedoch aus Lagerung der Brustorgane schon mit Nothwendigkeit hervorgehende Begrenzung gefunden. —

Beim E. I. hat die rechte Lunge drei Lappen, welche vollständig ausgeprägt und normal von einander getrennt sind; die linksseitige zeigt zwei Hauptlappen, von denen der grössere durch zwei mässig tief eindringende Furchen in drei Theile geschieden ist. Beim E. II. hat die rechte Lunge zwei Hauptlappen; eine Furche im kleineren theilt denselben oberflächlich in zwei Theile. Da eigentlich drei Lappen vorhanden sein sollten, so wäre der dritte hierdurch nur angedeutet. Die linke Lunge ist in normaler Weise mit zwei Lappen ausgebildet.

Zu beiden Lungen des Embryo führt je eine trachea, welche in ihrer Lage, ihrem Bau und ihrer Spaltungsweise ein regelrechtes Verhalten beobachtet.

Zwei grosse Thymusdrüsen, welche mit ihren oberen Enden einen guten Theil der Brustapertur ausfüllen, liegen in dem mediastinum anticum der A-Seite und zwar schalten sie sich auf beiden Seiten des Herzbeutels zwischen

diesem und den betreffenden Lungen derartig ein, dass ihre Längsebenen nahezu parallel der Verschmelzungsebene laufen, ohne jedoch ganz bis zum Zwerchfell hinabzureichen.

In einem mit dem musculus phrenicus sehr fest verwachsenen Herzbeutel liegt nun in der Mitte der Brusthöhle, der A-Seite näher, wie der B-Seite ein einziges unverhältnissmässig grosses Herz. Dasselbe würde durch die Verschmelzungsebene in zwei seitliche fast symmetrische Hälften getheilt werden können, Auf der A-Seite wird es von der rechten Lunge des E. I., von der linken des E. II., auf der B-Seite von der linken des E. I. und von der rechten des E. II. etwas bedeckt. Nachdem die abgehenden und zuführenden grossen Gefässe präparirt waren, wurden dieselben durchschnitten und das Herz nebst den Lungen aus dem gemeinsamen Thorax herausgenommen.

Dasselbe ist auf der A-Seite, (wir behalten diese Bezeichnungsweise jetzt auch für das Herz bei), etwas gewölbt, während die B-Seite mehr eine Fläche darbietet. Sein grösstes Längsmaass beträgt, (im injicirten Zustande,) $4^1/_4$ Cm., sein grösstes Quermaass 3 Cm.

Die mucro cordis ist oval abgerundet. Das Ganze präsentirt sich in einer mehr viereckigen Gestalt, insbesondere bildet die Herzbasis mit den beiden seitlichen Begrenzungen nahezu rechte Winkel.

Auf der B-Seite bemerken wir eine nicht sehr tiefe longitudinale Furchung, welche nach der A-Seite bis zur Ursprungsstelle der Aorta des E. I. herumlaufend, das Herz in zwei schräg-seitliche Hälften scheidet. Wir bezeichnen dieselbe als rechte (mehr dem E. I. zugewendet), und als linke Seite, welche mehr auf der Seite des E. II. liegt. Ein sulcus transversus liegt unter den beiden Herzohren, welche von der B-Seite ausgehend, sich auf die Herzbasis auflagern und sich so der A-Seite zuwenden.

Die innere Einrichtung des Herzens ist eine sehr einfache. Oben ein gemeinsamer Vorhof und unten ein gemeinsamer Ventrikel, beide durch ein Septum von einander geschieden, bilden das ganze Organ.

Der Vorhof zeigt zahlreiche Bälkchen und Stränge, welche unregelmässig angeordnet bisweilen als kleine Scheidewände in das Innere hineinragen, ohne jedoch das gemeinsame Atrium in abgegrenzte Theile zu trennen. Wir können deshalb diese „septa spuria" als Ausdruck einer begonnenen und später in diesen Anfängen stehen gebliebenen vollständigeren Herzentwicklung auffassen. Mit dem gemeinsamen Ventrikel steht dieser Vorhof in doppelter Communikation. Auf der rechten Seite und unter dem rechten Herzohre gelegen, findet sich im Septum ein ziemlich grosses ostium venosum; auf der linken Seite spitzt sich dieses septum nach unten hin erst noch trichterförmig zu, um an der Spitze dieses Trichters eine kleine Oeffnung in dem gemeinschaftlichen Ventrikel zu finden. In den Raum des gemeinsamen Vorhofes, welchem das erst erwähnte grössere Ostium angehört, ergiessen sich die Hohlvenen; in den Raum, welchem das trichterförmige Ostium angehört, die Lungenvenen. Der erstere entspricht mithin einem unentwickelten rechten, der letztere einem unentwickelten linken Vorhofe.

Von dem gemeinsamen Ventrikel ist nichts besonderes zu bemerken. Bälkchen und Stränge sind auch hier, doch sind die „septa spuria" nicht so ausgeprägt, wie im Hohlvenenvorhof.

Ebenso einfach wie mit der inneren Einrichtung des Herzens verhält es sich auch mit dem Ein- und Austritt der Gefässe. Wir können kurz sagen:

In das Atrium münden sämmtliche Blut zuführenden und aus dem Ventrikel entspringen sämmtliche Blut wegführenden Gefässe, ohne Unterschied, ob im späteren extrauterinen Leben

diese zu einem gleichen Herztheile gehörenden Gefässe auch Blut von gleicher Farbe führen würden.

Es ergiessen sich demnach in den Vorhof:

1) zwei venae cavae superiores;
2) zwei venae cavae inferiores;
3) mehrere venae pulmonales.

Es entspringen aus dem gemeinschaftlichen Ventrikel:

1) zwei aortae,
2) mehrere arteriae pulmonales. —

Wenden wir uns nun zur Betrachtung der einzelnen Gefässe.

Die Aorta als E.I. nimmt ihren Ursprung aus dem gemeinschaftlichen Ventrikel, und zwar aus der Mitte seines der A-Seite zugekehrten seitlichen rechten Theiles, krümmt sich in schrägem Bogen zur Wirbelsäure ihres Embryo hin, dient zum Ursprunge der arteria pulmonalis (s. unten) und giebt nachher folgende Schlagadern ab:

1) einen truncus anonymus. Aus diesem entspringen:
   a) die carotis communis sinistra.
   b) die subclavia dextra mit
      α) dem truncus thyreo-cervicalis,
      β) der carotis communis dextra,
      γ) der mammaria interna.

2) Die subclavia sinistra, aus welcher die normalen Gefässe abgehen.

Die Aorta des E. II. entspringt auf der linken und A-Seite des gemeinschaftlichen Ventrikels, etwas höher wie die des E.I. und oben gegen das linke Herzohr stossend. Sie zieht in ähnlicher Weise, wie die erste Aorte zur betreffenden Wirbelsäule hin.

Aus ihr entspringen:

1) die carotis communis sinistra, welche die subclavia sinistra abgiebt;
2) die carotis communis dextra, dicht neben der sinistra und mit ihr einen spitzen Winkel bildend;
3) die subclavia dextra.

Ein truncus anonymus ist nicht vorhanden Beide carotides und subclaviae geben ihre regelrechten Zweige ab.

Die Aortae descendentes steigen nun jede auf ihrer Seite zur gemeinschaftlichen Bauchhöhle hinab, versorgen hier die betreffenden Organe, (die nähere Art und Weise konnte leider, da die ausgetretene Injectionsmasse Vieles zerstört hatte, nicht untersucht werden), theilen sich an gehöriger Stelle in die iliacae communes, welche sich wieder in die arteriae crurales und hypogastricae spalten. Die letzteren krümmen sich nun als arteriae umbilicales seitlich von jeder Harnblase zum gemeinsamen Nabel empor. Es führt also jeder Embryo normaliter zwei Nabelarterien. —

Ausser diesen Aorten führen aus dem gemeinschaftlichen Ventrikel noch die Lungenarterien heraus. Die dem E. I. angehörenden arteriae pulmonales entspringen jedoch nicht aus dem Ventrikel direkt, sondern sie treten aus einem von dem betreffenden Aortenbogen entspringenden, kurz vor dem Abgang des truncus anonymus sich befindlichen 2 Linien langen Mittelgliede hervor.

Beim E. II. entspringt die arteria pulmonalis von dem basalen Stück der Aorta, gleichmässig von dieser und dem Herzen abtretend. Der Ventrikel ist an der Wegtrittstelle beider Gefässe von zahlreichen Papillarmuskeln durchzogen, ohne dass dem Austritt der arteria pulmonalis ein wirklicher Pulmonalventrikel zufiele. Die Lungenarterie spaltet sich sofort in zwei für die beiden Lungenhälften bestimmte Stämme. Von der linken Lungenarterie führt ein drei Linien langer, fast

rechtwinklich sich biegender ductus arteriosus Botalli zur Aorte, welcher an der Stelle, wo diese die carotides und subclaviae abgiebt, in die concave Seite des Aortenbogens einmündet. —

In das atrium treten die vier Hohladern ein. Die dem E. I. angehörenden ergiessen sich mehr rechts auf der B-Seite, die dem E. II. angehörenden mehr links und ebenfalls auf der B-Seite in den Vorhof, beide superiores 1—2 Linien höher wie die inferiores einmündend. Schon oben wurde bemerkt, dass die beiden unteren Hohlvenen, ehe sie in die Brusthöhle eintreten, erst durch den, den beiden Wirbelsäulen zunächst gelegenen Theil des Leberparenchyms hindurchgehen. Um dies zu können, heben sie sich von dem Rückgrat etwas ab, nähern sich der Verschmelzungsebene, durchbohren die Doppelleber an den Stellen, welche auf der schematischen Zeichnung durch die kleinen Kreise c. und d. angedeutet sind, und steigen so durch das Zwerchfell zum Herzen empor. In ihren übrigen Beziehungen sind die Hohladern ganz normal.

Die Lungenvenen zeigen folgendes Verhältniss:

Aus der rechten Lunge des E. I. kommen drei Gefässe zurück und zwar aus jedem Lappen eins; aus der linken Lunge zwei Gefässe, ebenfalls aus jedem Lappen eins. Die ersten drei vereinigen sich bald zu einem Gefässe, die letzten beiden bleiben getrennt. Diese so entstandenen drei Venen beider Lungen fliessen, ehe sie in das Herz münden, in einen gemeinschaftlichen Stamm zusammen, welcher oberhalb der Eintrittsstellen der dem E. I. angehörenden Hohlvenen in das atrium sich ergiesst.

Beim E. II. führen aus der linken Lunge zwei, aus der rechten drei venae pulmonales heraus. Alle fünf vereinigen sich in einem gemeinschaftlichen ziemlich ansehnlichen Stamme, welcher das Blut auf der linken Herzseite in den gemeinsamen Vorhof zurückführt. Dicht an dieser Einmündungsstelle

ist es, wo das Septum transversum sich nach unten zu in der oben beschriebenen Weise trichterförmig zuspitzt.

Nach diesen anatomischen Betrachtungen ist es leicht einzusehen, in welcher Weise der embryonale Kreislauf bei diesem Sternopagus stattgefunden hat.

Das arterielle Blut ist von der Mutter durch die eine Nabelvene zur Leber und durch diese zu den beiden unteren Hohlvenen getreten. Dieselben führten es in das atrium, wo es sich mit dem verbrauchten und von den beiden oberen Hohlvenen zurückgeführten Blute vermischt hat. Von diesem Vorhofe gelangte es durch die beiden vorhandenen ostia venosa in den gemeinschaftlichen Ventrikel, um von hier aus zur Ernährung des Körpers in die Aorten gepumpt zu werden und dann durch die vier Nabelarterien zur Placenta zurück zu gelangen. Derjenige Theil des Blutes, welcher sich bei der Systole des gemeinschaftlichen Ventrikels in die venae pulmonales des E. II. verirrte, konnte durch den ductus Botalli wieder zur Aorta gelangen. Beim E.I., wo die arteriae pulmonales direct aus der Aorta entsprangen, war dies jedoch nicht möglich. —

So weit die Beschreibung dieses Sternopagus.

Nach Uebereinkommen mit dem DDr. med. Herrn Bernhardt, welcher zu gleicher Zeit und ebenfalls unter freundlicher Leitung des Herrn Prof. Dr. Welcker eine gleiche aus Magdeburg stammende Doppelmissbildung bearbeitete, will ich die innere Organisation der beiden Sternopagen einer kurzen Vergleichung unterwerfen. Herr Bernhardt wird die Skelete und Muskelverhältnisse besprechen, so dass sich also die beiden Arbeiten gegenseitig ergänzen würden. Die schon oben erwähnte Dissertation von Tacke liefert einen dritten Fall zur Vergleichung.

Um kurz sein zu können, will ich meine Doppelmiss-

bildung als St. L., die des p. Bernhardt als St. B. und die des p. Tacke als St. T. bezeichnen.

Die Unterleibsorgane aller drei Sternopagen bieten, wenn auch nicht die gleichen, so doch ähnliche Verhältnisse dar. Nur die Lebern und ein Theil der betreffenden Dünndärme sind verschmolzen, alle anderen Organe aber selbstständig und normal entwickelt. Wenn Förster in seiner Schrift: „Die Missbildungen des Menschen" pag. 136 wörtlich sagt: „Ausser bei übrigens wohlgebauten Individuen kommt der situs transversus stets bei Doppelmissbildungen vor, indem bei dem einen links gestellten Individuum die Lagerung normal, bei den andern rechts gestellten ein vollständiger situs inversus stattfindet," so sprechen die St. L u. T. entschieden gegen diese Behauptung. Tacke sagt pag. 17..... attamen nusquam ne vestigium situs transversi inveniri potest und in meinem Sternopagus ist wie aus der obigen Beschreibung zu ersehen, ein situs inversus ebenfalls nicht vorhanden. Nur im St. B. liegt das coecum des E.I. auf der linken Darmbeinschaufel, es ist also hier der situs invertirt; die Lagerung der übrigen Baucheingeweide ist normal.

Die Verschmelzungsweise der Lebern sind bei den drei Sternopagen ganz analoge und verweise ich desshalb nur auf das oben darüber Gesagte. Eine Doppelleber von dem Baue der von Tacke, Bernhardt und mir abgebildeten findet sich bei Förster nicht, doch darf hervorgehoben werden, dass gerade diese Form, indem sie in drei Fällen fast in derselben Weise wieder kehrt, die für den Sternopagus typische darstellt. Es interessiren uns hier nur noch die Verschiedenheiten in der Lagerung der Gallenblasen und die Verhältnisse der Nabelvenen. Wenn beim St. T. die Leber jedes einzelnen Embryo ihre zugehörige vesica fellea besitzt und wenn jede der letzteren auch normal in dem betreffenden rechten Leberlappen gelagert ist, so gestalten sich diese Verhältnisse bei dem St. L. u. B. etwas anders und zwar derartig, dass die Gallenblasen in die Verschmelzungs

ebene und darüber hinaus verschoben sind. Beim St. B. liegt nämlich die dem E. I. angehörige vesica fellea mit ihrem fundus genau in der Verschmelzungsebene und nur der in das duodenum des E. I. führende ductus choledochus deutet die Zusammengehörigkeit an. Beim St. L. geht diese Verschiebung noch einen Schritt weiter. Hier ist es die Gallenblase des E. II., welche über die Verschmelzungsebene hinaus ganz in dem lobulus sinister der Leber des E. I. gelagert ist.

Während bei den St. L. u. B. nur eine vena umbilicalis vorhanden ist und diese als den beiden Lebern des E. I. und II. zugleich angehörig, genau in der Verschmelzungsebene zur gemeinschaftlichen Lebermasse führt, so bringen dem St. T. zwei Umbilikalvenen das arterielle Blut zu.

Es deutet diese Einrichtung schon von vorn herein auf eine gesondertere Entwicklung der beiden dem E. I. und II. angehörigen Gefässsysteme hin. Wir werden bei der Vergleichung der Herzen noch Einiges darüber sagen.

Was die Einrichtung des Darmtractus betrifft, so gehen bei allen drei Sternopagen die duodena früher oder später in ein gemeinschaftliches jejunum über, welches sich nachher wieder theilend und zum Dickdarm sich erweiternd den Darminhalt zu jedem anus hinführen kann. Es findet sich am Darm, was sich äusserlich am Körper findet: Verschmelzung der mittleren Partie, während Vorder- und Hinterende doppelt entwickelt sind. Die Divertikelbildung des Darmkanales findet bei den ersten beiden Sternopagen in ganz derselben Weise statt: Die radix mesenterii ist überall kürzer und unentwickelter, wie der dicht am Darmrohre sitzende Theil. Ueber eine ähnliche Windung des Darmes verlautet in der Dissertation von Tacke Nichts.

Dass beim St. B. der dem E. II. angehörende Magen in einem blinden Sacke endigt und mit dem zugehörigen Dünndarme nicht in offener Cummunication steht, ist wohl nur eine Zufälligkeit in der Entwicklung. Es wäre dies allerdings ein Grund, der das spätere extrauterine Fortleben dieses Sternopagus unmöglich gemacht haben würde. —

Wenden wir uns nun zur Vergleichung der Brustorgane.

Die Lungen der St. L. und B. sind regelrecht gelagert und begrenzen in übereinstimmender Weise die seitlichen Theile des Herzens. Auch bei Tacke hat jeder der Embryonen die Lungen in normaler Weise ausgebildet. Die Verhältnisse der serösen Häute, welche beim St L. und B. auch die gleichen waren, sind bei der Beschreibung des St T. leider nicht erwähnt.

Die grösste Verschiedenheit zeigt sich in der Organisation der Herzen. Während beim St. L. und B. nur ein einziges Herz vorhanden ist, finden wir beim St. T. zwei vollständig ausgebildete Organe, welche neben einander liegend, sich jedoch nur in einem Paricardium befinden. Hier ist also die Verschmelzung, wenn auch nicht in dem Herzen selbst, so doch in der serösen Umhüllung gegeben.

Die Einrichtung des Herzens beim St. L. ist, wie oben näher dargestellt eine sehr einfache. Ein gemeinschaftliches Atrium nimmt sämmtliche dem Herzen Blut zuführenden Gefässe (Venen) auf und aus einem gemeinschaftlichen Ventrikel führen sämmtliche Blut wegführenden Gefässe. (Arterien). Das gemeinsame Herz des St. B. erinnert, wenn es auch im Ganzen complicirter organisirt ist, dennoch in gewisser Weise an diese einfache Einrichtung. Derjenige Theil jenes Doppelorgans nämlich, welcher dem E. I. zugerechnet werden muss, zeigt ebenfalls nur einen Vorhof und einen Ventrikel, wo dann auch die ab- und zuführenden und dem E. I. angehörenden Gefässe genau dieselben sind. Etwas complicirter und mehr an das Herz eines normalen Menschen erinnernd, gestaltet sich jedoch der dem E. II. angehörende Theil. Zu den beiden mit einander in Communication stehenden Atrien ist nur ein Ventrikel gegeben. Letzterer pumpt das von der Mutter gekommene Blut in die dem E. II. zugehörende Aorta, es würden aber, da aus ihm die arteriae pulmonales entspringen, im extrauterinen Leben aus demselben Ventrikel auch die Lungen ihr Blut erhalten haben.

Da ferner durch zwei Oeffnungen die Atrien und Ventrikel beider Embryonen mit einander in Communikation stehen, so wird auch bei diesem Sternopagus ebenso wie beim St. L. das Blut beider Früchte sich miteinander vermischen können.

Nicht so verhält es sich jedoch beim St. T. Zwei vollständig getrennte, neben einander liegende und in einem gemeinschaftlichen Parikardium sich befindliche Herzen sind vorhanden und von diesen führt jedes Herz das Blut nur seinem Embryo zu. Eine Vermischung des Blutes beider ist also hier nicht möglich. Das einfache, oder doppelte Vorhandensein der vena umbilicalis deutet also auf eine vollkommenere oder unvollkommenere Ausbildung des jedem Embryo zukommenden Circulationsapparates hin. Beim St. L. und B. fanden sich nur je eine Nabelvene und je ein gemeinsames Herz, beim St. T. dagegen zwei venae umbilicales und zwei gesonderte, wenn auch in einem Herzbeutel sich befindliche Herzen. —

Nach diesen Betrachtungen ist es vielleicht erlaubt folgende Sätze als allgemein giltig aufzustellen:

Bei **Sternopagen** findet

1) eine Verschmelzung der Lebern immer statt,
2) wahrscheinlich auch immer eine Verschmelzung des mittleren Theiles des Darmtractus.
3) **Eine** Nabelvene deutet stets auf einen Zusammenhang und mehr rudimentäre Entwicklung des Herzens hin, bei **zwei** vorhandenen Nabelvenen ist dieser Zusammenhang nicht anzunehmen
4) Ein situs inversus kann vorkommen, aber auch ganz fehlen, oder auf irgend einen einzelnen Abschnitt der Eingeweide beschränkt sein.

Schliesslich noch einige Worte über die Möglichkeit des extrauterinen Fortlebens solcher Doppelmissbildungen.

Uns sind bis jetzt nur zwei Fälle bekannt, wo Doppelmonstren, welche mit einander in etwas complicirterer Weise verschmolzen waren, längere Zeit am Leben erhalten wurden. Es sind dies die siamesischen Zwillinge Chang und Eng, geb. im Mai 1811, welche sich noch jetzt ihres so eng verbundenen Daseins freuen und die ungarischen Mädchen Helena und Judith, geb. 1701 gest. 1723, jene Pygopagen, welche bis auf das Gesäss, das Rectum und einen Theil der Vagina vollständig ausgebildet waren. Fast alle anderen derartigen Doppelmonstren starben noch im Mutterleibe, oder doch wenigstens kurz nach der Geburt. Der Grund, weshalb solche Individuen, die bereits einige Tage und Wochen gelebt hatten, zu Grunde gingen, lässt sich in jedem einzelnen Falle nur schwer angeben, fast unmöglich ist es jedoch, nachzuweisen, weshalb derartige Früchte schon so häufig im uterus absterben. Bisweilen mögen allerdings äussere, die Mutter betreffende Gründe Schuld daran sein, sicherlich aber nicht immer. Bei verschmolzenen und mit einander in Communication stehenden Herzen würden sich durch die veränderte Circulation leicht Störungen im Kreislaufe einstellen und die verschmolzenen Lebern, sowie der gemeinsame Theil des Darmes würden nach der erfolgten Geburt und wenn nicht bereits aus anderen Ursachen Krankheitserscheinungen aufträten, den Verdauungsvorgang leicht beeinträchtigen können, so dass ein Fortleben dadurch unmöglich gemacht wird.

Aus der Einrichtung der Brust- und Unterleibsorgane beim St. L. und B. ist dies leicht zu ersehen. Bei beiden Früchten würde auch die eigenthümliche Divertikelbildung im Darmkanale, welche eine irgend energische Peristaltik unmöglich machen musste, leicht Anlass zu Kothstauungen geben können, anderer Möglichkeiten gar nicht zu gedenken. Je vollständiger natürlich jede einzelne Frucht eines solchen Doppelmonstrums ausgebildet, je selbstständiger und unab-

hängiger vom Anderen jeder einzelne Embryo ist, desto eher wird die Möglichkeit zum Fortleben gegeben sein. —

Am Schlusse meiner Arbeit kann ich nicht unterlassen, den Herren Professoren Dr. Welcker und Dr. Olshausen für die so freundliche Unterstützung, welche sie mir bei der Bearbeitung des vorliegenden Themas zu Theil werden liessen, meinen herzlichsten Dank auszusprechen. —

Lebenslauf.

Ich, Heinrich Richard Ottocar Liebener, evangelischer Confession, bin am 8. April 1844 zu Stendal in der Altmark geboren und bin der Sohn des Königl. General-Commissions-Calculator Liebener und dessen Ehefrau Auguste, geb. Berndes. Beide Eltern leben gegenwärtig in Merseburg. Meine wissenschaftliche Vorbildung erhielt ich auf dem Gymnasium meiner Vaterstadt, welches ich Ostern 1866 mit dem Zeugnisse der Reife verliess, um mich auf der Universität Halle als studiosus medicinae immatrikuliren zu lassen. Hier blieb ich fünf Semester, bestand im Anfange des fünften das tentamen physicum und siedelte dann auf zwei Semester nach Würzburg über. Michaelis 1869 kam ich nach hier zurück und absolvirte am 14. und 15. März dieses Jahres das examen rigorosum.

Während meiner Studienzeit hörte ich die Vorlesungen resp. besuchte ich die Kliniken folgender Herren Professoren. In Halle: Geheimrath Dr. Volkmann, Dr. Welcker, Dr. Vogel, Dr. Heintz, Dr. Knoblauch, Dr. Weber, Dr. R. Volkmann, Dr. Olshausen, Dr. Graefe,
und der Herren Privatdocenten:
Dr Jahn, Dr. Nasse und Dr. Franke.

In Würzburg die Vorlesungen und Kliniken der Herren Professoren: Dr. v. Recklinghausen, Dr. Geigel, Hofrath Dr. v. Bamberger, Hofrath Dr. v. Linhart, Geheimrath Dr. Scanzoni v. Lichtenfels.

Allen diesen Herren sage ich hiermit meinen aufrichtigsten Dank. —

Thesen.

I.

Der Geburtshelfer kann in die Lage kommen, eine lebende Frucht perforiren zu müssen.

II.

Bei der Behandlung der Coxalgie ist die Distractionsmethode die beste.

III.

Diabetes mellitus ist unheilbar.

IV.

Der Impfzwang muss beibehalten werden.

Fig. 1.

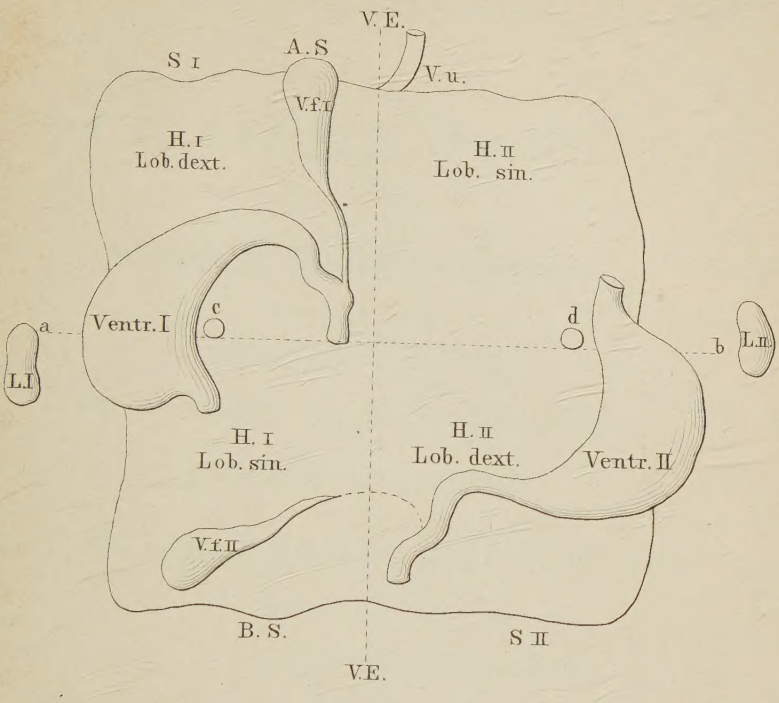

Fig. 2.

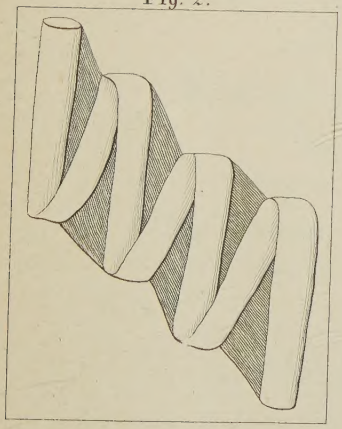
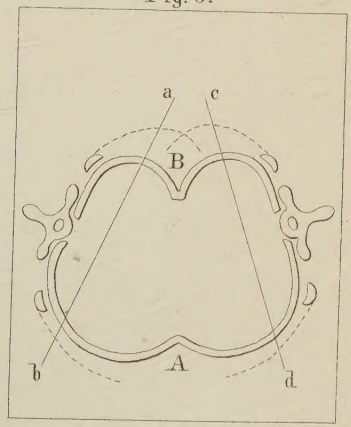
Fig. 3.